

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-137380

(43)Date of publication of application : 01.06.1993

(51)Int.Cl.

H02P 6/02

G01R 31/34

(21)Application number : 03-300627

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 15.11.1991

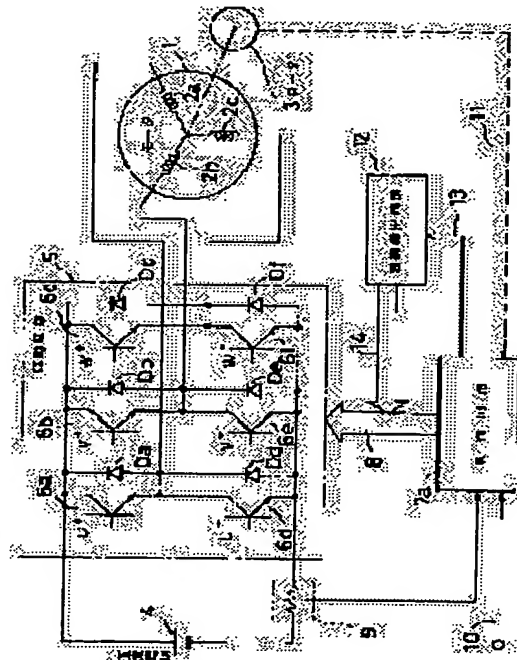
(72)Inventor : KOGURE TAKATOSHI
AMANO NOBUO

(54) MOTOR CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To rapidly decide a malfunction and recover a trouble by outputting a first control signal from a wire disconnection detector so as to start a motor, deciding the malfunction, and applying a second control vibration to a driving circuit based on the result.

CONSTITUTION: A control circuit 7a controls a driving circuit 5, operates when receiving a motor start command 10, and applies a wire disconnection command to a wire disconnection detector 12 before entering a control for starting a motor. It controls semiconductor switching elements 6a-6f of the circuit 5 while referring to a detection current value of a current detector 9 and position information 11 of a rotor 3 by starting a start control of the motor if there is no malfunction after the malfunction of the circuit is confirmed by an overcurrent detection signal and controls to rotate the motor. If there is the malfunction, it ceases starting of the motor. The detector 12 is a trouble diagnosing unit, receives a wire disconnection detection command 13 from a controller 7a prior to the start of the motor, and outputs a wire disconnection detection signal 14 to the circuit 5.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-137380

(43)公開日 平成5年(1993)6月1日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 P 6/02

G 0 1 R 31/34

繰列記号

3 7 1 D 8527-5H

A 7324-2G

片内登録番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全9頁)

(21)出願番号 特願平3-300627

(22)出願日 平成3年(1991)11月15日

(71)出願人 000008208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 小暮 幸敏

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社名古屋研究所内

(72)発明者 天野 信雄

愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地

三菱重工業株式会社名古屋研究所内

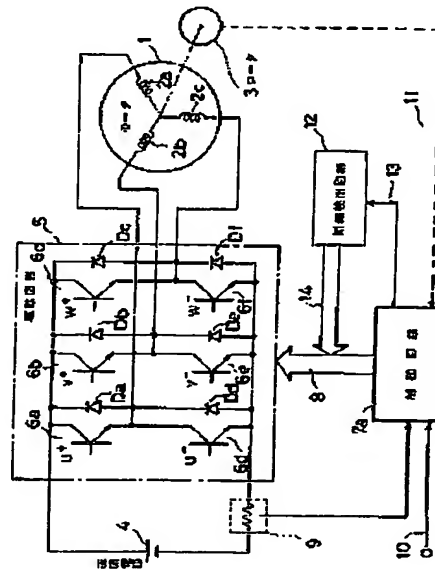
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 モータ制御装置

(57)【要約】

【目的】本発明はの目的とするところは、故障や全ての断線・未接続が判別でき異常判別や故障復旧を速やかに行えるようにすることにある。

【構成】与えられる制御信号に対応してモータの電機子コイル2a~2cの通電制御をする駆動回路5と、モータの通電電流を検出する電流検出回路9と、相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力する断線検出回路12と、モータ起動にあたり、断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力すると共に、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別を行い、その結果に応じて駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与える制御回路7aとを具備して構成する。



(2)

特開平5-137380

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 与えられる制御信号に対応してモータの電機子コイルの通電制御をする駆動回路と、モータの通電電流を検出する電流検出回路と、相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力する断線検出回路と、

モータ起動にあたり、断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力すると共に、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別をする機能およびその判別結果に応じて駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与える機能とを有する制御回路とを具備して構成することを特徴とするモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体で駆動される3相モータの断線検出に関するもので、さらにいえば、駆動素子の開放故障、コネクタ接続忘れ等も検出できるようにしたモータ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、モータを半導体スイッチング素子で駆動制御することが一般化しており、誘導モータでは可変速性の向上等を図ることができるようになって一層の性能アップがなされている。

【0003】 また、通常、ブラシレスDC（直流）モータと称されるモータがあるが、このモータは、DCモータのブラシ・コミュテータ部を半導体素子で置換えているもので、半導体スイッチング素子による駆動回路は不可欠なものとなっている。図4に、半導体素子で駆動される3相モータの従来の構成図を示す。

【0004】 図4に示すように、モータ1は電機子コイル2a、2b、2cを備えたステータ（図示せず）と、ロータ3よりなり、ロータ3は誘導モータの場合はカゴ形ロータ、また、ブラシレスDCモータの場合はマグネットロータとなる。

【0005】 直流電源4より供給された電力は、駆動回路5の6個の半導体スイッチング素子6（6a～6f）により交流に逆変換され、電機子コイル2に通電することで、ロータ3に回転力を与えている。半導体スイッチング素子6は、本図ではトランジスタとしているが、サイリスタ、FET（電界効果トランジスタ）等が使用されることも多い。

【0006】 制御回路7は、直流をモータ1に適した所定の交流とする駆動信号8を発生して、駆動回路5に出力するものである。電流検出回路9は、直流電源4と駆動回路5との間に挿入されており、駆動回路5内の半導体スイッチング素子保護のため、所定電流値以上になると通電検出信号を制御回路7に出力し、駆動信号8を停止してモータ1への通電を遮断することで駆動回路5を保

護している。

【0007】 10は外部より制御回路7に入力されるモータ起動指令である。起動指令10が制御回路7に入力されると、制御回路7は位置回転対応の駆動信号8を駆動回路5に出力して、これによりモータ1を低速から起動せしめ、しかる後、所定速度対応の駆動信号8を出力することによって、モータを適性に回転させる。

【0008】 11はロータ3の位置情報であり、特にブラシレスDCモータの場合はロータ位置に応じた通電制御を電機子コイル2に対して実施する必要があるため、重要な情報である。この位置情報11は制御回路7に入力される。そして、ロータ位置に応じた通電制御を電機子コイル2に対して実施する。

【0009】 とところで、一般に半導体によるモータの駆動回路を使用したシステムでは半導体スイッチング素子6の一部が開放故障しているとモータ1は起動しない。また、当然のことながら、電機子コイル2の断線、モータ1と駆動回路5との間のハーネス断線やコネクタ未接続、また直流電源ハーネス断線やコネクタ未接続、他にも駆動回路5と制御回路7間の未接続があるとモータ1は起動しない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 このように、モータの駆動回路では電機子コイル2の断線、モータ1と駆動回路5との間のハーネス断線やコネクタ未接続、また直流電源ハーネス断線やコネクタ未接続、他にも駆動回路5と制御回路7間の未接続があったり、半導体スイッチング素子6の一部が開放故障しているとモータ1は起動しない。しかも、どこかの不具合でモータ1が回転しないのがすぐには判明せず、故障復旧に時間を要すると云う問題があった。

【0011】 また、ブラシレスDCモータの場合は、半導体スイッチング素子6の1個が開放故障または駆動信号が入力しない等でオフしたままであっても、モータ1は起動するが、正常トルクが得られないモータとなってしまう。しかしこの場合は、ロータ3が回転することから、異常動作であることそのものが発見できなかった。

【0012】 そこで、この発明の目的とするところは、半導体スイッチング素子の故障や全ての断線・未接続が判別できるようにして異常判別や故障復旧を速やかに行えるようにしたモータ制御装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は次のように構成する。すなわち、与えられる制御信号に対応してモータの電機子コイルの通電制御をする駆動回路と、モータの通電電流を検出する電流検出回路と、相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力する断線検出回路と、モータ起動にあたり、断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力すると共

(3)

特開平5-137380

3

に、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別をする機能およびその判別結果に応じて駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与える機能とを有する制御回路とを具備して構成する。

【0014】

【作用】このような構成において、制御回路はモータ起動にあたり、断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力すると共に、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別を行い、その結果に応じて駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与える。断線検出回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力しており、これを受けた駆動回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する。このとき電機子コイルの通電はロータを回転駆動するような励磁状態とならないので、通電経路が正常な場合は過電流が生じる。制御回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電制御してそれぞれ過電流が検出されれば正常とし、過電流が検出されない組み合わせがあったときは異常と判定する。そして、制御回路は正常と判定した場合は、駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与える。従って、この時点ではじめて駆動回路はこの第2の制御信号に従ってモータを回転駆動制御する。

【0015】第1の制御信号による通電の結果、異常と判断したときは制御回路はモータの回転駆動を行わない。そして、異常の場合、どの組み合わせの通電時に異常があったかを知ること、どの通電経路に異常があるかを知ることができ、どの部分で故障や未接続があるかを判断でき、故障復旧や保守管理を迅速に行うことができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の一実施例について、図面を参照して説明する。図1は本発明によるモータ制御システムの全体構成を示す回路図である。なお、図中図4で説明した従来の構成と同一部分には、同一符号を付して説明する。

【0017】図において1はモータであり、このモータ1は電機子コイル2a、2b、2cを備えたステータ（図示せず）と、ロータ3よりなり、ロータ3は誘導モータの場合はカゴ形ロータ、また、ブラシレスDCモータの場合はマグネットロータとなる。

【0018】4は直流電源、5は駆動回路、6は半導体スイッチング素子である。直流電源4はモータ駆動用の電源であり、駆動回路5はこの直流電源4より供給される直流電力を交流に変換して電機子コイル2に与えてロータ3に回転力を与えるものである。駆動回路5は図の構成の場合、6個の半導体スイッチング素子6（6a～6f）を用いて構成してある。これらの半導体スイ

4

チング素子6a～6f、はこの例の場合、トランジスタであり、半導体スイッチング素子6aと6d、6bと6e、6cと6fを対として、それぞれの対は直列に接続してある。

【0019】すなわち、半導体スイッチング素子6aのエミッタと半導体スイッチング素子6dのコレクタ、半導体スイッチング素子6bのエミッタと半導体スイッチング素子6eのコレクタ、半導体スイッチング素子6cのエミッタと半導体スイッチング素子6fのコレクタをそれぞれ接続して、直列回路となし、半導体スイッチング素子6a、6b、6cのコレクタを直流電源4の母線の正極側に接続し、半導体スイッチング素子6d、6e、6fのエミッタを直流電源4の母線の負極側に接続してある（3相ブリッジ接続）。そして、各半導体スイッチング素子6a～6fにはそれぞれコレクタ・エミッタ間にサージ吸収用のダイオードDa～Dfを逆並列接続してある。

【0020】電機子コイル2a、2b、2cは互いに一端側を接続して3相結線としてあり、また、電機子コイル2aは他端側を半導体スイッチング素子6aのコレクタ側に、そして、電機子コイル2bは他端側を半導体スイッチング素子6bのコレクタ側に、そして、電機子コイル2cは他端側を半導体スイッチング素子6cのコレクタ側にそれぞれ接続してある。

【0021】この構成により、直流電源4より供給された直流電力は、駆動回路5の6個の半導体スイッチング素子6（6a～6f）の通電タイミング制御により交流に変換され、相制御されて電機子コイル2に通電され、ロータ3に回転力を与えている。半導体スイッチング素子6は、本図ではトランジスタとしているが、サイリスタ、FET（電界効果トランジスタ）等を使用しても良い。

【0022】9は直流電源4の母線に直列接続されて、電流値を検出する電流検出回路であって、過電流を検出して過電流信号を発生するものであり、10は外部より制御回路7aに入力されるモータ起動指令である。

【0023】制御回路7aは駆動回路5を制御するもので、モータ起動指令10を受けると動作し、モータ起動のための制御に入る前に、断線検出回路12に対し、断線検出指令13を与え、過電流検出信号により回路の異常を確認した後に、異常なしの場合、モータの起動制御を開始して電流検出回路9の検出電流値とロータ3の位置情報11を参照しながら駆動回路5の半導体スイッチング素子6a～6fを制御し、モータの回転制御をするものである。また、制御回路7aは異常あり（故障あり）の場合にはモータ1の起動を中止する。

【0024】断線検出回路12は本発明の中心的存在であり、故障診断装置であって、モータ起動に先駆けて制御回路7aより発生される断線検出指令13を受けて、駆動回路5に断線検出信号14を出力し、半導体スイ

(4)

特開平5-137380

5

チ素子6a~6f及び電機子コイル2に対する異常チェックを行うものである。

【0025】この異常チェックは後述するパターンで電機子コイル2a~2cの各相通電試験を実施するもので、電機子コイルが3相の場合、6種のパターンを用意しており、制御回路7aから断線検出指令13を受けるたびに、6種のパターンのうちの、一つのパターンによる断線検出信号14を出力し、通電試験を行う。6種のパターンの実行順序は予め設定しておく。

【0026】また、断線検出信号14の出力停止は制御回路7aによって行われる。断線検出信号14は電機子コイルの2相ずつの組み合わせで正逆それぞれの方向での通電試験を行う信号であり、通電された相では経路に異常がない限り、無制御の直流通電が流れるので、過電流状態になることを利用して、過電流検出により実施する。

【0027】従って、制御回路7aには初期時において、断線検出指令13および断線検出信号14の停止制御を交互に上記パターン数に対応する回数だけ繰り返す。異常が無いとき（すなわち、その程度、過電流が検出されたとき）、モータ1の起動制御を開始し、また、異常があった時はモータ1の起動制御を中止すると云った機能を持たせる。

【0028】次に上記構成の本システムの作用を説明する。起動指令10が与えられると制御回路7aは最初に断線検出指令13を与え、断線検出回路12は駆動回路5に断線検出信号14を出力し、半導体スイッチ素子6a~6f及び電機子コイル2に対する異常チェックを行う。その結果、異常が無いときは制御回路7aはモータ1の起動制御を開始し、異常があるときはモータ1の起動制御を中止する。

【0029】ここで、断線検出回路12による断線検出信号14は上述の例では6種類の記号パターンがあり、これによって、電機子コイルの各相対応の経路の電氣的異常をチェックする。

【0030】すなわち、断線検出信号14は6種類の記号パターンがあり、各半導体スイッチ素子6a~6f及び電機子コイル2a~2cに対する通電状態は図3に示すようになっている。

【0031】図3では電機子コイル2a、2b、2cを相記号のU、V、Wで表わし、半導体スイッチ素子6a、6b、6c、6d、6e、6fを対応相及び電源極性に合わせ、それぞれU⁺、V⁺、W⁺、U⁻、V⁻、W⁻と表すことにより、それぞれ相関係が明確になるようにしている。

【0032】パターンPS1はU・V相を導通させてU相→V相方向に通電させる信号パターンであり、パターンPS2はU・W相を導通させてU相→W相方向に通電させる信号パターンであり、パターンPS3はV・W相を導通させてV相→W相方向に通電させる信号パターン

5

であり、パターンPS4はV・U相を導通させてV相→U相方向に通電させる信号パターンであり、パターンPS5はW・U相を導通させてW相→U相方向に通電させる信号パターンであり、パターンPS6はW・V相を導通させてW相→V相方向に通電させる信号パターンである。

【0033】上記各パターンPS1~PS6のうち、1パターンを通電し続けると、各接続、部品が正常の時はモータ1は回転せず通電電流が過大となって、電流検出回路9が働き、電流検出回路9から過電流信号が発生し、これを監視している制御回路7aは断線検出信号14を停止すべく制御する。各パターンPS1~PS6すべてについて過電流が検出できれば、全ての接続及び半導体スイッチング素子6a~6fの正常が確認できる。図2に第1パターンPS1による通電の場合に動作している部分のみを抜き出した部分構成図を示す。第1パターンPS1では、半導体スイッチング素子6a(U⁺)、6e(V⁻)をオンさせ、電機子コイル2a(U)、2b(V)の順に電流を流す。

【0034】図2における20~31は、各部品間を結ぶハーネスと部品間とのコネクタである。また、15a、15eはベースドライブ回路であり、それぞれ半導体スイッチング素子6a、6eのベースに与えられる信号を制御する回路であって、制御回路7aから半導体スイッチング素子6a、6eに出力するベース制御のための駆動信号8および断線検出回路12から半導体スイッチング素子6a、6eに出力される断線検出信号14の通電を制御するものである。

【0035】これらベースドライブ回路15a、15eは制御回路7aに内蔵されるものであるが、断線検出回路12との関係を明確にするために、ここでは便宜的に制御回路7aの外に表わしてある。ベースドライブ回路15a、15eは電流検出回路9が過電流信号を発生すると、制御回路7a及び断線検出回路12の駆動回路5への信号を遮断する。点線16はコントローラ基板を表わしており、制御回路7a、断線検出回路12のほか、電流検出回路12もこのコントローラ基板上にある。

【0036】断線検出回路12から断線検出信号14が、ベースドライブ回路15、コネクタ20~23を介して半導体スイッチング素子6a、6eに与えられると、これら半導体スイッチング素子6a、6eはそれぞれオンする。

【0037】半導体スイッチング素子6a、6eがオンすると、通電電流は下記のように流れる。すなわち、直流通電4→コネクタ24→半導体スイッチング素子6a→コネクタ25、26→電機子コイル2a、2b→コネクタ27、28→半導体スイッチング素子6e→コネクタ29、30→電流検出回路9→コネクタ31→直流通電4の経路である。

【0038】この経路中の各部品、回路が正常で、しか

(5)

特開平5-137380

7

も、各接続部が正規に接続されていれば、直流電圧4から供給される直流の通電電流が急激に立上ることになり、従って過電流状態となり、電流検出回路9から過電流信号が出力されて制御回路7aはベースドライブ回路15a、15eにより断線検出信号14を遮断する。

【0039】過電流となるまでの所要時間は、電機子コイル2等の電流ループ内のインダクタンスと抵抗値によって異なるが、長くて1万分の1秒(0.1msec)程度である。従って、6パターンの場合、このようなチェックを6パターンそれぞれで行っても所用時間は1秒に満たない。そして、上記した電流ループ内で一ヶ所でも断線していると過電流信号が発生しないので、即時不具合が明確になる。

【0040】断線検出信号パターンは、図3に示す如くPS1～PS6までの6通りあるので、パターンの恒別と電流検出回路9の過電流信号により故障解析を行わせるようにすれば、個々の不具合も判別できる。例えば、全パターンとも過電流が発生しない時は、直流電圧4、電流検出回路9の不具合またはコネクタ24、29、30、31の未接続が疑われる。

【0041】また、断線検出パターンPS1、PS2に過電流が発生しない場合は、半導体スイッチング素子6aの開放及び対応ベースドライブ回路の故障、コネクタ20、21の未接続が考えられる。

【0042】そして、このようにどのパターンでの通電時に過電流が発生しなかったかにより、対応する疑わしい異常箇所を識別して図示しないモニタ装置等に表示させることで、故障や異常の有無や、チェック・ポイントを知らせることができ、保守管理に極めて有用となる。

【0043】断線検出回路12の全出力は1秒以内に終了するので、全パターンで過電流が発生した場合、すなわち、断線なしと判断されると、制御回路7aは通常の駆動信号8を駆動回路5に出力し、モータ1は正常に起動・回転する。

【0044】また、制御回路7aにマイクロコンピュータが搭載している場合は、以上の述べた断線検出回路12の働きおよび故障診断機能やモニタ出力機能は、ソフトウェアで実現することも可能であり、この場合、断線検出回路12を不要とすることもできる。

【0045】このように本装置は、ロータに回転力を与える3相結線された電機子コイルを備えたステータを有するモータの電機子コイルに対し、通電する6個の半導体スイッチング素子を3相ブリッジ接続して形成した駆動回路と、モータの通電電流を検出する電流検出回路と、相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力する断線検出回路と、モータ起動にあたり、断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力すると共に、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別を行い、その結果に応じて駆動回路にモータ

8

タを回転駆動させるための第2の制御信号を与える制御回路とより構成したものであり、制御回路はロータに継続的に回転力を得るべく駆動回路に第2の制御信号を与えるが、それに先立ち、モータ駆動開始時に断線検出回路からの第1の制御信号を駆動回路に出力し、その際のモータ通電電流検出出力を電流検出回路から受けて異常の判別を行い、その結果に応じて駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与えると云うものである。

【0046】断線検出回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する断線検出のための第1の制御信号を出力しており、これを受けた駆動回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電すべく制御する。このとき電機子コイルの通電はロータを回転駆動するような励磁状態とならないので、通電経路が正常な場合は過電流が生じる。制御回路は相別の電機子コイルを所定の組み合わせ別に通電制御してそれぞれ過電流が検出されれば正常とし、過電流が検出されない組み合わせがあったときは異常と判定する。そして、制御回路は正常と判定した場合は、駆動回路にモータを回転駆動させるための第2の制御信号を与えてロータを回転駆動させ、異常と判定した場合は回転駆動を中止する。

【0047】このように、モータ駆動時に電機子コイルに通電させて電機子コイルの電流の流れ具合を監視し、過電流状態が生じればその通電経路が正常であることを利用して、状態判定し、各電機子コイルの通電経路および制御経路をチェックしてから起動させるようにしたので、異常のあるまま運転することを防止でき、また、異常が発生した場合、どこに原因があるかを認識できる。

【0048】特に、本装置では上記構成によって、モータの起動時に6個の半導体スイッチング素子と3個の電機子コイル(3相の場合)及びすべての接続配線に一時的に電流を与えることにより、半導体スイッチング素子の故障や全ての断線・未接続がモータの起動時1秒以内の時間で判明できる。従って、速やかに不具合場所の修理、交換ができるようになる。

【0049】尚、本発明は上記し、且つ、図面に示す実施例に限定することなく、その要旨を逸脱しない範囲内で適宜変形して実施し得るものであり、前記故障診断(特に具体的故障箇所の判定)とその結果のモニタ表示機能は制御回路に持たせるようにしても良いし、別の故障診断モニタ装置を設けて、どのパターンでどの様な通電状況になったかを制御回路から情報として受けて故障診断し、表示させたり、具体的な対策を表示させたりするようにしても良い。

【0050】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば故障や全ての断線・未接続が判別できるようになり、異常判別や故障復旧を速やかに行えるようにしたモータ制御装置を提供することができる。

(6)

特開平5-137380

9

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るモータシステムの全体構成図。

【図2】本発明の作用を説明するためのU-V相過渡時の部分構成図。

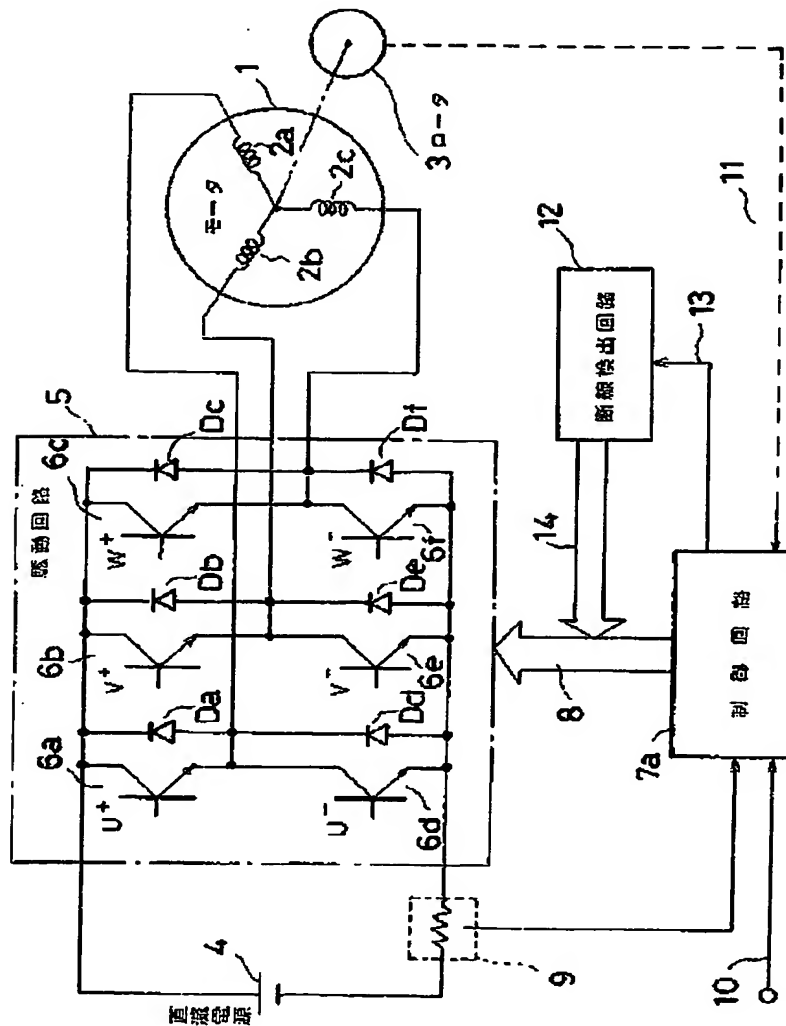
【図3】断線検出信号の種類と、各半導体スイッチ素子及び電機子コイルに対する過電状態の関係を説明するための図。

* 【図4】従来のモータ制御システムの構成を示す全体構成図。

【符号の説明】

1…モータ、2a~2c…電機子コイル、3…ロータ、
4…電源、5…駆動回路、6、6a~6f…半導体スイッチング素子、7a…制御回路、9…電流検出回路、12…断線検出回路。

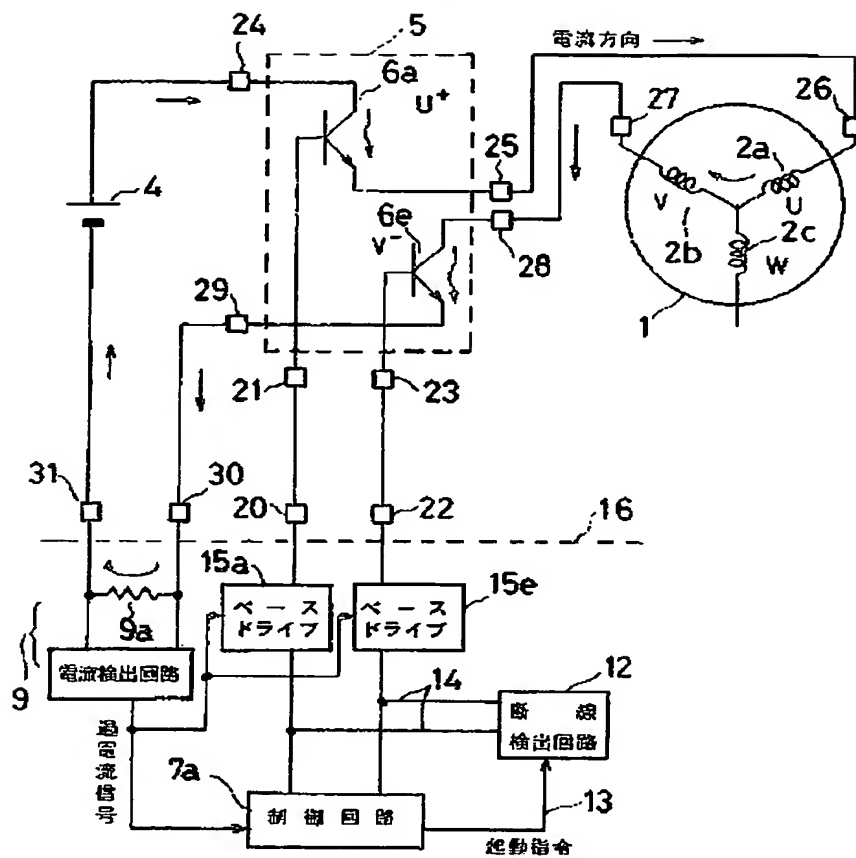
【図1】



(7)

特開平5-137380

【図2】



(8)

特開平5-137380

【図3】

図 号	変換	半導体スイッチング素子状態					
		U ⁺	U ⁻	V ⁺	V ⁻	W ⁺	W ⁻
SP1	U→V	<u>オン</u>	オフ	オフ	<u>オン</u>	オフ	オフ
SP2	U→W			オフ	オフ		<u>オン</u>
SP3	V→W	オフ	<u>オン</u>	オフ	オフ	オフ	<u>オン</u>
SP4	V→U			オフ	<u>オン</u>	オフ	オフ
SP5	W→U			オフ	オフ	<u>オン</u>	
SP6	W→V			オフ	オフ	<u>オン</u>	

(9)

特開平5-137380

【図4】

